

Wąglik (*Bacillus anthracis*) - jako broń biologiczna

Daniszewski, Piotr

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Daniszewski, P. (2013). Wąglik (*Bacillus anthracis*) - jako broń biologiczna. *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 9, 74-83. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILSHS.9.74>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more Information see: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

***Bacillus anthracis* - as biological weapons**

Wąglik (*Bacillus anthracis*) – jako broń biologiczna

Piotr Daniszewski

Department of Invertebrate Zoology and Limnology, Faculty of Biology, University of Szczecin,
13 Wąska Street, 71-415 Szczecin, Poland

E-mail address: daniszewski73@gmail.com

*„Granica między terroryzmem, a wojną wciąż będzie się zacierać.
W konsekwencji zapobieganie i przeciwdziałanie terroryzmowi
stanie się o wiele ważniejsze w dziedzinie bezpieczeństwa i polityki obronnej.
Siły zbrojne będą musiały przystosować się do nowych okoliczności.
Zwiększy się więc rola, jaką w zwalczaniu terroryzmu odegrają
dowódcy operacji specjalnych i siły, które im podlegają.
Priorytetem stanie się tworzenie specjalistycznych jednostek i
prowadzenie badań nad neutralizowaniem broni chemicznej i biologicznej.”*

Francois Heisbourg [24]

ABSTRACT

Terrorism is defined as use of unlawful violence or threat of unlawful violence to indulge fear; intended to coerce or to intimidate governments or societies in the pursuit of goals that are generally political, social or religious. Bioterrorism is terrorism by intentional release or dissemination of biological agents, mainly bacteria or viruses. Use of biological weapons is attractive from the terrorists' point of view because of low production costs, major range and easiness of transmission. The first mention of the use of primitive biological weapons date back to the 6th century. Use of plague-infested corpses as offensive means in the 14th century caused a spread of bubonic plague through the whole Europe. The biggest development of biological weapons took place in the interwar period and in the cold war era. Biological weapon trials and research were conducted by super powers such as USSR, UK, USA and Japan. At the beginning of the 20th century a new form of bioterrorism occurred, which put humanity in the face of a terrifying threat.

Keywords: terrorism; bioterrorism; biological threats; *Bacillus anthracis*

STRESZCZENIE

Wśród 6 rodzajów patogenów zaliczonych w klasyfikacji CDC, dotyczącej broni biologicznej, do kategorii A (patogeny rzadko spotykane w USA charakteryzujące się wysoką zakaźnością i

powodujące wysoką śmiertelność, ogromne zagrożenie dla zdrowia publicznego, wymagające specjalnych działań realizowanych przez rząd federalny) aż 4 to patogeny zwierzęce (*Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, wirusy wywołujące gorączki krwotoczne). Zachorowania ludzi na wąglik opisywane były już przez Hipokratesa, natomiast sprawczyni choroby, laseczka *Bacillus anthracis* została opisana dopiero w 1850 r. przez Davein'a, a wyosobniona w czystej hodowli w 1877 r. przez Roberta Kocha z wykazaniem jej zdolności do tworzenia endospor, jak i wywołania choroby u zwierząt laboratoryjnych. Laseczka wąglika przysłużyła się w sformułowaniu aktualnych do dziś postulatów Kocha, definiujących czynnik sprawczy chorób zakaźnych. W 1881 r. powstała pierwsza szczepionka dla zwierząt przeciwko wąglikowi sporządzona przez Ludwika Pasteura.

Słowa kluczowe: terroryzm; bioterroryzm; zagrożenia biologiczne; wąglik (*Bacillus anthracis*)

1. WPROWADZENIE

Wśród licznych mikroorganizmów wymienianych jako możliwe czynniki broni biologicznej, znaczny udział mają te, które wywołują u ludzi choroby odzwierzęce. Do najczęściej wymienianych należą: *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, *Brucella sp.*, *Coxiella burnetii*, *Burkholderia mallei*, *Burkholderia pseudomallei*, *Variola virus*, *Arenaviridae*, *Bunyaviridae*, *Filoviridae*, *Flaviviridae* [1-7,10-15,19-27].

Wśród 6 rodzajów patogenów zaliczonych w klasyfikacji CDC, dotyczącej broni biologicznej, do kategorii A (patogeny rzadko spotykane w USA charakteryzujące się wysoką zakaźnością i powodujące wysoką śmiertelność, ogromne zagrożenie dla zdrowia publicznego, wymagające specjalnych działań realizowanych przez rząd federalny) aż 4 to patogeny zwierzęce (*Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, wirusy wywołujące gorączki krwotoczne) [1-9,14-25,29-32].

W grupie B tej samej klasyfikacji obejmującej 10 rodzajów patogenów charakteryzujących się umiarkowaną łatwą rozsiewalnością, wywołujące umiarkowaną zachorowalność z niską śmiertelnością, pięć to patogeny zwierzęce. Należą tu: *Brucella sp.*, *Burkholderia mallei i pseudomallei*, *Salmonella sp.*, *Chlamydia psittaci*, *Coxiella burnetii*, *Togaviridae alphavirus* (wenezuelskie końskie zapalenie mózgu, wschodnie i zachodnie zapalenie mózgu) [1-19,30-37]. Na czele listy potencjalnych patogenów, służących jako broń biologiczna, znajduje się laseczka wąglika [1-12,17-25,30-39].

Zachorowania ludzi na wąglik opisywane były już przez Hipokratesa, natomiast sprawczyni choroby, laseczka *Bacillus anthracis* została opisana dopiero w 1850 r. przez Davein'a, a wyosobniona w czystej hodowli w 1877 r. przez Roberta Kocha z wykazaniem jej zdolności do tworzenia endospor, jak i wywołania choroby u zwierząt laboratoryjnych. Laseczka wąglika przysłużyła się w sformułowaniu aktualnych do dziś postulatów Kocha, definiujących czynnik sprawczy chorób zakaźnych. W 1881 r. powstała pierwsza szczepionka dla zwierząt przeciwko wąglikowi sporządzona przez Ludwika Pasteura [1-12,17-25,30-42].

Podstawowymi „zaletami” tej bakterii jest łatwość uzyskania, hodowli oraz zdolność do tworzenia niezwykle trwałych i odpornych na czynniki zewnętrzne zarodników, bardzo łatwych do przechowywania, transportu i rozpraszania [1-9,12-25,30-39]. Dlatego nie dziwi fakt, iż od ponad 80 lat prowadzono badania nad jej zastosowaniem jako broni biologicznej.

Najbardziej skutecznym sposobem jest zastosowanie zarodników w formie aerozolowej, co doprowadza do rozwoju najcięższej, płucnej postaci wąglika [1-12,17-25,30-40].

Do wywołania tej postaci choroby wystarczy wchłonięcie 8 000 do 50 000 zarodników, a okres wylegania wynosi od 1-6 dni.

Do zejścia śmiertelnego w przypadkach nie leczonych dochodzi w ciągu 3-5 dni u 97 % pacjentów, w przypadku rozpoczęcia skutecznego leczenia w początkowej fazie choroby śmiertelność sięga 75 % [1-14,17-25,33-40].

2. ŹRÓDŁA ZAKAŻENIA *BACILLUS ANTHRACIS*

Głównym źródłem zakażenia *B. anthracis* dla człowieka są zwierzęta chore na wąglik, głównie przeżuwacze oraz inne roślinożerne, a także produkty z nich pochodzące. U ludzi prawie zawsze dochodzi do zakażenia bezpośrednio lub pośrednio od chorych zwierząt. Ryzyko transmisji *B. anthracis* z człowieka na człowieka w wyniku bezpośredniego kontaktu istnieje jedynie w postaci skórnej.

Stosowanie gumowych rękawic skutecznie chroni przed zakażeniem. Istnieje ryzyko biernego przeniesienia przetrwalników ze zwierząt na człowieka poprzez owady kłująco-ssące [1-14,17-25,33-40].

W przypadku ataku bioterrorystycznego źródłem zakażenia są zarodniki wąglika zawarte w rozpylonym aerozolu, zarodniki wąglika w postaci sproszkowanej lub żywność zakażona zarodnikami wąglika [1-14,17-25,29-43].

2. 1. Aspekt kliniczny choroby - *Bacillus anthracis*

Istnieją dwa tradycyjne podziały wąglika u ludzi. Pierwszy związany jest z rodzajem zajęcia wykonywanego przez osoby narażone i różnicuje wąglik na pochodzący ze źródeł nieprzemysłowych (rolnicy, rzeźnicy, rąkarze, pracownicy służby weterynaryjnej itp.) oraz przemysłowych, występujący u osób zatrudnionych przy przetwarzaniu kości, skór, sierści i innych produktów pochodzenia zwierzęcego [1-14,17-25,33-40].

Drugi podział odzwierciedla drogę wniknięcia zarazki do organizmu człowieka. Wyróżnia się **postać skórną**, związaną z uszkodzeniem skóry, **postać pokarmową** powstającą w wyniku spożycia zakażonej wody lub żywności oraz **postać płucną** będącą wynikiem zainhalowania przetrwalników *B. anthracis* do dróg oddechowych [1-14,17-25,33-43].

W przypadku naturalnego skażenia środowiska przetrwalnikami *B. anthracis* najwyższy jego poziom stwierdzono w Namibii (w otoczeniu zwłok zwierząt padłych na wąglik), gdzie na 1g gleby przypadało ponad 1 mln przetrwalników [1-14,17-25,33-40].

Natomiast użycie *B. anthracis* jako broni biologicznej przewiduje ekspozycję na zdecydowanie większe dawki (wiele milionów przetrwalników), które można wytworzyć jedynie sztucznie. Masa 100 kg wysuszonych przetrwalników wąglika stanowi dawkę śmiertelną dla 10^{13} ludzi [1-14,17-25,33-40]. O wykorzystaniu wąglika jako broni biologicznej zdecydowała wysoka stabilność form przetrwalnikowych, możliwość ich transmisji do dróg oddechowych, wysoka śmiertelność w przypadku infekcji płucnej, a także niskie koszty produkcji (50 \$/1kg przetrwalników) [1-14,17-25,33-43].

Objawy wąglika u człowieka zależą od drogi wniknięcia drobnoustroju do organizmu. Okres wylegania, podobnie jak dawka zakażająca nie są dokładnie poznane. Najczęściej symptomy pojawiają się w ciągu 7 dni od ekspozycji. Najczęściej przyjmuje się za czas ujawnienia się zakażenia, w zależności od postaci wąglika:

- **postać płucna** wąglika może się pojawić średnio po 5 dniach, po okresie utajenia trwającym od 2 do 60 dni,
- **postać jelitowa** pojawia się po 1-7 dniach od momentu zakażenia
- **postać skórna** pojawia się po 1-7 dniach od momentu zakażenia [1-14,17-25,33-40].

Mimo, iż nie stwierdzono bezpośredniej transmisji między ludźmi, zarodniki w formie aerozolu są bronią bardzo groźną i niezwykle skuteczną. Dobitym dowodem jest awaria w Swierdłowsku w 1979 r., kiedy do atmosfery przedostało się nie więcej niż 10 g (prawdopodobnie 1-2 g) zarodników w formie aerozolu, który z wiatrem przeniósł się na słabo zaludnione przedmieścia tego miasta, powodując zakażenie postacią płucną 79 osób, z których 68 zmarło [1-12,17-25,30-40].

Symulacja przedstawiona przez ekspertów WHO w 1970 roku wykazała, że rozpylenie z samolotu na wysokości 2 km 50 kg zarodników nad terenem o średnicy 20 km zamieszkałym przez 500 000 osób spowodowałoby śmierć 95 000 i zachorowania u 125 000 ludzi [1-12,14-28,30-42]. Według oceny Office of Technology Assessment Kongresu USA rozproszenie 100 kg zarodników laseczek wąglika nad Waszyngtonem może spowodować śmierć od 130 tysięcy do 3 milionów ludzi i jest porównywalne wybuchem bomby wodorowej [1-12,17-25,30-39].

Obraz kliniczny wąglika u ludzi charakteryzuje przebieg dwufazowy. Początkowo objawy są nieswoiste w postaci gorączki, rozbicia, objawów grypowych, narastającej duszności, suchego kaszlu, bólu głowy, wymiotów, dreszczy, czasem z bólem brzucha i bólem w klatce piersiowej. Brak jest charakterystycznych zmian w badaniach laboratoryjnych [1-12,17-25,30-39].

Może wystąpić krótkotrwały okres poprawy, by następnie pojawił się ponowny wzrost gorączki, duszność, sinica. W drugiej fazie choroby gwałtownie narastają zaburzenia metaboliczne, niedotlenienia, niedociśnienie tętnicze, prowadząc do szybkiego zgonu wśród objawów wstrząsu [1-12,17-25,30-43].

W leczeniu niezwykle istotne jest nie tylko natychmiastowe podanie antybiotyków, ale także szybkie wyrównanie zaburzeń równowagi elektrolitowej i gospodarki kwasowo-zasadowej, podanie glukozy we wlewie dożylnym oraz wczesne rozpoczęcie wentylacji wspomaganej i stosowaniu leków wazopresyjnych [1-12,17-25,30-40].

Rozpoznanie pojedynczego przypadku wąglika inhalacyjnego jest trudne. Na etiologię *Bacillus anthracis* może wskazywać nagłe pojawienie się wielu zachorowań na ciężką, grypopodobną chorobę o piorunującym przebiegu i dużej śmiertelności, radiogram klatki piersiowej z poszerzeniem cienia śródpiersia [1-15,17-21,32-40].

Rozpoznanie sugeruje obecność Gram-dodatnich laseczek w rozmazie krwi barwionej metodą Grama oraz badanie anatomopatologiczne, wykazujące krwotoczne zapalenie śródpiersia, krwotoczne zapalenie węzłów chłonnych klatki piersiowej i krwotoczne zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych.

Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych jest bardzo rzadkim powikłaniem pierwotnej infekcji, może jednak towarzyszyć nawet 50 % postaci płucnej [1-12,17-25,30-42].

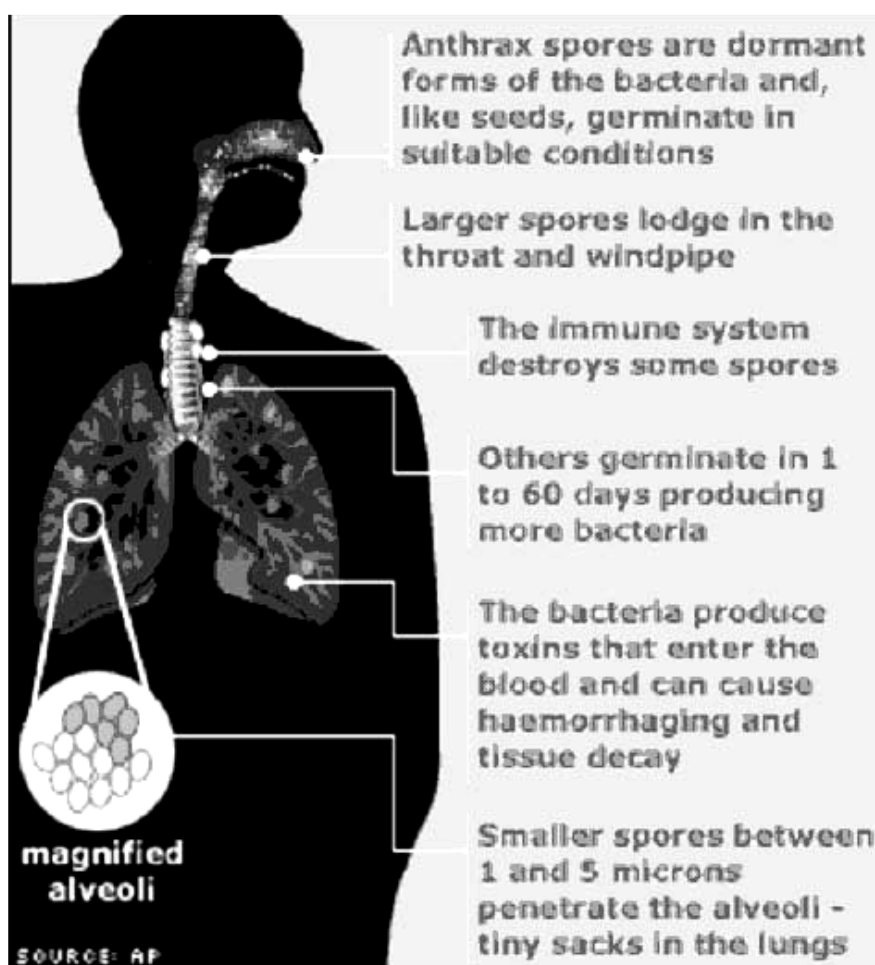


Rys. 1. Etapy rozwijania się i gojenia zmian przy postaci skórnej wąglika [1,8,10].

Opis rycin:

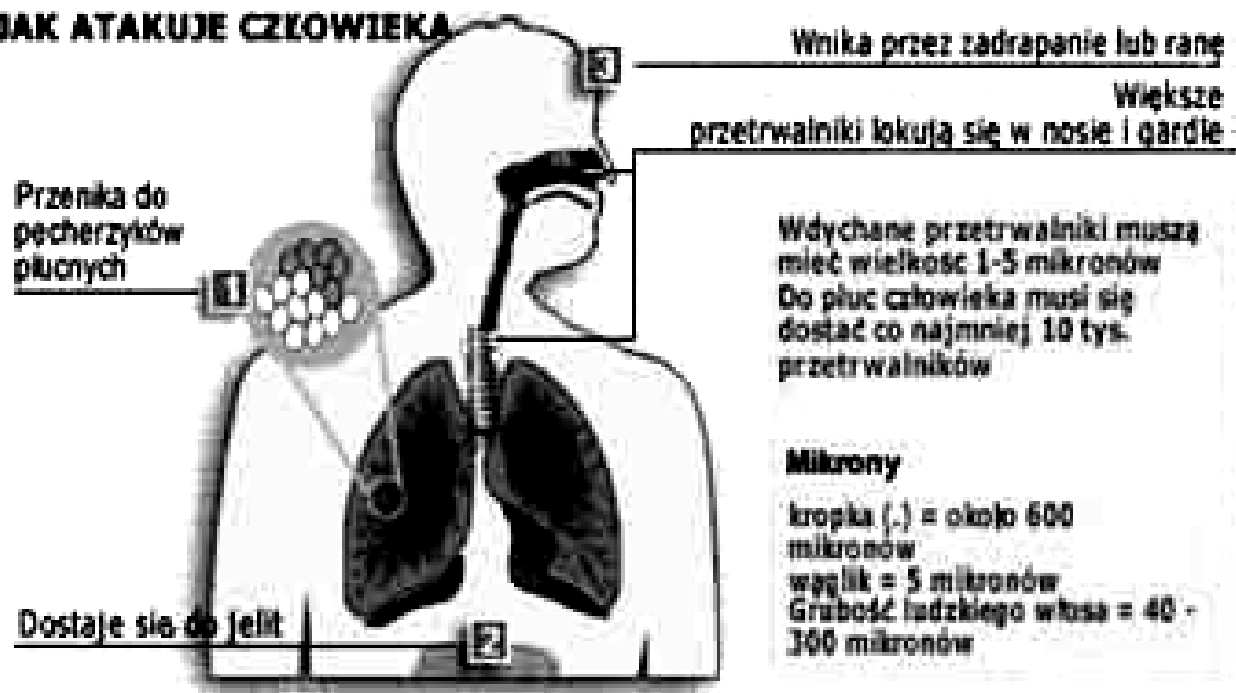
- M** – w pierwszym dniu
- N** – w drugim lub trzecim dniu
- O** – w czwartym dniu
- P** – w szóstym dniu
- Q** – w jedenastym dniu
- R** – 150 dni

Najczęstszą postacią kliniczną wąglika, stanowiącą ponad 95 % wszystkich przypadków, jest **postać skórna**. Wniknięcie przetrwalników lub bakterii wąglika do organizmu następuje poprzez uszkodzony naskórek [1-7,14-25,28-42]. W miejscu wniknięcia pojawia się początkowo zapalna grudka, przekształcająca się w ciągu 1-2 dni w pęcherzyk, który po pęknięciu przybiera wygląd suchego, czarnego strupa o średnicy 1-3 cm. Od 10 dnia strup zaczyna się oddzielać. Proces gojenia trwa przeciętnie do 6 tygodni. Niekiedy wokół strupa obserwuje się powstawanie licznych drobnych pęcherzyków [1-12,17-25,30-42].



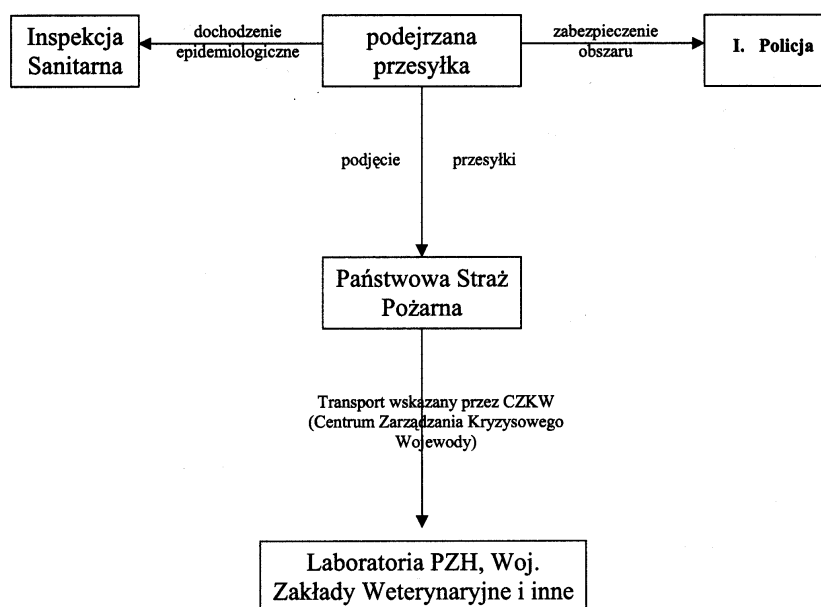
Rys. 2. Efekty inhalacji spor wąglika (zaadaptowane z BBC News) [25-27].

JAK ATAKUJE CZŁOWIEKA



Rys. 3. Drogi zakażenia węglikiem: 1 – postać płucna, 2 – jelitowa, 3 – skórna [21,38,42].

Schemat postępowania z podejrzaną przesyłką



PRZESYŁKA NIEUSZKODZONA

może być unieszkodliwiona zgodnie z zasadami określonymi w odpowiednich przepisach

Rys. 4. Schemat postępowania z podejrzaną przesyłką.

3. WNIOSKI

1. Broń biologiczna stanowi jedno z najważniejszych zagrożeń nie tylko dla sił zbrojnych, lecz również dla ludności cywilnej we współczesnym świecie.
2. Ataki terrorystyczne z użyciem węgliką mogą nastąpić poprzez rozpylenie aerozolu, skażenie żywności i ujęć wody oraz metodami niekonwencjonalnymi takimi jak – np.: w przesyłkach, poprzez skażenie przedmiotów użytku codziennego, środków komunikacyjnych, itp.).
3. Wiedza na temat bioterroryzmu (w tym z wykorzystaniem *Bacillus anthracis*) wśród społeczeństwa nie tylko w Polsce, ale również na świecie jest niewielka. Bardzo ważnym elementem zapobiegania i skutecznego przeciwdziałania skutkom biologicznych środków rażenia jest posiadanie sprawnego i zintegrowanego systemu nadzoru epidemiologicznego oraz sieci wyspecjalizowanych akredytowanych laboratoriów mikrobiologicznych zdolnych do szybkiej diagnostyki.
4. Bardzo ważną kwestią jest odpowiednie wyszkolenie i wyposażenie personelu służb ratowniczych i służby zdrowia działających według opracowanych procedur przez służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo co pozwoli właściwie dokonać diagnozy zagrożenia a także podjąć niezbędne działania celem likwidacji ewentualnych zagrożeń.

References

- [1] Alibek K. Biohazard, New York: *Random House*; 1999: 15-28, 29-38, 70-86, 137-52.
- [2] Arciuch H., Stale aktualne zagrożenie węglík. *Przegl. Epid.* 2001, 55, Supl. 2, 169-179.
- [3] Aslan G., Terzioglu A., Surgical management of cutaneous anthrax. *Ann. Plast. Surg.* 1998, 41, 5, 468-470.
- [4] Bacharz M., Michalczyk-Borawska A., Łuniewski J., Radom P., *Przegl. Epid.* 51(3) (1997) 317-319.
- [5] Barnard N. A., *Ophtalmic. Physiol. Opt.* 10 (1990) 300-301.
- [6] Binczycka-Anholcer M., Imiołek A. 2011. Bioterrorism as a form of modern terrorism. *Hygeia Public Health*, 46(3), 326-333.
- [7] Borio L, Inglesby T, Peters C. J., i in. Hemorrhagic Fever Viruses as Biological Weapons. Medical and Public Health Management. *JAMA*, 2002, 287, 391-405.
- [8] Boudghéne-Stambouli O., Mérad-Boudia A., Aissa-Mamoun A.: Anthrax: an unusual escharotic lesion. *Dermatol. Venereol.* 1999, 126, 718-719.
- [9] Celebi S., Aykan U., Alagoz G., Esmerligil S.: Palpebral anthrax. *Eur. J. Ophtalmol.* 2001, 11, 2, 171-174.
- [10] Cherkasskiy B. L., *J. Appl. Microbiol.* 87 (1999) 192-195.
- [11] Chomiczewski K, Kocik J, Szkoda M. T., *Bioterroryzm. Zasady postępowania lekarskiego*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2002: 15-25, 117-22, 128-35, 142-8, 150-8, 163-7, 190-4, 196-9.

-
- [12] Chomiczewski K., *Przegl. Epidemiol.* 57 (2003) 355-61.
- [13] Croddy E, Perez-Armendariz C, Hart J. *Chemical and Biological Warfare - A Comprehensive*
- [14] Daniszewski P., *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 1 (2013) 28-34.
- [15] Daniszewski P., *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 3 (2013) 54-68.
- [16] Debord T., Vidal D., Pulmonary anthrax. *Rev. Pneumonol. Clin.* 1998, 54, 377-381.
- [17] Dennis D. T., Inglesby T. V., Henderson D. A., i in. *Tularemia as a Biological Weapon. JAMA* 2001; 285: 2763-2773.
- [18] Emond R. T. D., Rowland H. A. K., Welsby P. D., *Atlas chorób zakaźnych.* Springer PWN, Warszawa 1996.
- [19] Franz D. R., Jahrling P. B., Friedlander A. M., i in. Clinical Recognition and Management of Patient Exposed to Biological Warfare Agents. *JAMA* 1997; 278: 399-411.
- [20] Friedlander A. M., *J. Appl. Microbiol.* 2 (1987) 303.
- [21] Furowicz A. J., Boroń-Kaczmarska A., Czernomys-Furowicz D., *Przegl. Epid.* 53 (1999) 3-4, 309-317.
- [22] Gewolb J. Bioterrorism: Labs tighten security, regardless of need. *Science* 2001, 16, 294, 1437.
- [23] Guzy J., *Broń biologiczna – charakterystyka i zagrożenia.* Biuletyn Stowarzyszenia Higieny i Lecznictwa 2001: 4.
- [24] Heisbourg F., *Wojny, Prognozy XXI wieku,* Warszawa: Prószyński i S-ka, 1998, s.55.
- [25] Inglesby T. V., Henderson D. A., Bartlett J. G., Ascher M. S., Eitzen E., Friedlander A. M. i wsp., Anthrax as a biological weapon. Medical and public health management. *JAMA* 1999, 281, 1735-1737.
- [26] Inglesby T. V., O'Toole T., Henderson D. A., i in. Anthrax as a Biological Weapon. *JAMA* 2002; 287: 2236-52.
- [27] Inglesby T. V., Dennis D. T., Henderson D. A., i in. Plague as a Biological Weapon. *JAMA* 2000; 283: 2281-90.
- [28] Kalenik J., *Bioterroryzm – zagrożenie XXI wieku.* Centralny Ośrodek Szkolenia Straży Granicznej, Koszalin 2003: 48.
- [29] Kałużewski S., Wąglik W., Magdzik M., Naruszewicz-Lesiuk D. [red.]. Zakażenia i zarażenia człowieka. *Epidemiologia, zapobieganie i zwalczanie.* PZWL, Warszawa 2001, ss. 407–412.
- [30] Kaufmann A. F., Meltzer M. I., Schmid G. P., The Economic Impact of A Bioterroristic Attack: Are Prevention and Postattack Intervention Programs Justifiable? *Emerg Inf Dis* 1997; 3: 83-94.
- [31] Klein L, Merka V., *J Armed Forces Medical Services* 74 (2001) 46-8.
- [32] Kutuluk M.T., Secmeer G., Kanra G., Celiker A., Aksoyek H.: Cutaneous anthrax. *Cutis* 1987, 40, 2, 117-118.

- [33] Langbein K, Skalnik C, Smolek I. Bioterroryzm. Muza, Warszawa 2003: 62.
- [34] Mallon E., McKee P.H.: Extraordinary case report cutaneous anthrax. *Am. J. Dermatopathol.* 1997, 19, 1, 79-82.
- [35] Patra G., Vaissaire J., Weber-Levy M., LeDoujet C., Mock M.: Molecular characterisation of baccillus strains involved in outbreaks of anthrax in France in 1997. *J. Clin. Microbiol.* 1998, 36, 11, 3412-3414.
- [36] Puzanowska B, Czauż-Andrzejuk A., Bioterroryzm. *Przegląd Epidemiologiczny* 2001, 3: 381.
- [37] Samad M. A., Anthrax in man and cattle in Bangladesh. *J. Trop. Med. Hyg.* 1986, 89, 1, 43-45.
- [38] Stojek M. Współczesne zagrożenia bronią biologiczną – bioterroryzm. *Medycyna Ogólna* 2008,
- [39] *Survey for the Concerned Citizen*. New York: Springer – Verlag Inc.; 2002: 67-9, 204-12, 259-60.
- [40] Terzoglou A., Aslan G.: Ulnar nerve lesion due to cutaneous anthrax. *Ann. Plast. Surg.* 1999, 43, 6, 644-645.
- [41] Turnbull P.C, Doganay M., Lindeque P.M., Aygen B., McLaughlin J.: Serology and anthrax in humans, livestock and Etosha National Park Wildlife. *Epidemiol. Infect.* 1992, 108, 2, 299-313.
- [42] Wszelaki S.: Wąglik. W: Wszelaki S. [red.]. *Zarys kliniki chorób zakaźnych*. PZWL, Warszawa 1954, ss. 481-485.
- [43] Zgorniak-Nowosielska I., Ospa prawdziwa jako broń biologiczna – rozpoznawanie, leczenie i aspekty zdrowia publicznego. *Medycyna Praktyczna – Pediatria* 2001, 6: 59.